

61

Int. Cl.: F 01 d. 5/14

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 14 c, 5/14

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 1 551 176

Aktenzeichen: P 15 51 176.9 (E 32148)

Anmeldetag: 26. Juli 1966

Offenlegungstag: 29. Januar 1970

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 16. Mai 1966

33

Land: Schweiz

31

Aktenzeichen: 7101-66

54

Bezeichnung: Laufschaufel für Dampf- oder Gasturbine

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Escher Wyss GmbH, 7980 Ravensburg

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Flatt, Dipl.-Ing. Friedrich, Zürich (Schweiz)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 26. 3. 1969

BEST AVAILABLE COPY

ORIGINAL INSPECTED

DT 1 551 176

© 1.70 909 885/107

10/70

Vereinigtes
Darf nicht geändert werden

1551176

E s c h e r W y s s G.m.b.H., Ravensburg (Württemberg)

Laufschaufel für Dampf- oder Gasturbine.

Erhöhung der Leistungsabgabe einer Dampf- oder Gasturbine durch Erhöhung der in der Zeiteinheit durchtretenden Arbeitsmittelmengen bei gleichbleibendem Druck bedingt eine Vergrößerung des freien Durchtrittsquerschnittes für das Arbeitsmittel. Besonders in den Endstufen sind dabei grosse Arbeitsmittelvolumina zu verarbeiten, so dass dort die Laufschaufeln eine beträchtliche Länge erhalten. Schon heute werden bei mit 3000 U/Min. laufenden Dampfturbinen in den Endstufen Laufschaufeln mit einer Länge von über 1000 mm vorgesehen. Dabei beträgt die Länge der Schaufeln mindestens ein Fünftel des Aussendurchmessers des beschaufelten Rades.

Bei so langen Laufschaufeln ergibt sich indessen der Nachteil, dass infolge der grossen auf die Schaufel wirkenden Fliehkräfte die Beanspruchung im Schaufelfuss und in dessen Nähe sehr gross wird. Man sah sich daher gezwungen, sehr breite Schaufelfüsse anzuwenden und die axiale Breite der

Pt. D 49
11.5.66-osch/bu
Z.Nr. 5 470 834/9

909885/0107

BAD ORIGINAL

Schaufelung nach aussen abnehmen zu lassen, was indessen den Wirkungsgrad der Turbinenstufe beeinträchtigt. Es ist auch die Massnahme bekannt, zwecks Herabsetzung der Fliehkräfte für die Laufschaufel einen Baustoff mit niedrigem spezifischen Gewicht zu verwenden, z.B. Titan. Solche Baustoffe, insbesondere Titan, sind jedoch teuer.

Die Erfindung betrifft nun eine Laufschaufel verhältnismässig grosser Länge für Dampf- oder Gasturbine und besteht darin, dass das Schaufelblatt mindestens zwei im wesentlichen in Richtung der Blattfläche aneinandergereihte Blatteile aufweist, die voneinander verschiedenes spezifisches Gewicht haben.

Auf diese Weise ist es möglich, die Fliehkraftbeanspruchung des Schaufelfusses wesentlich herabzusetzen ohne dass die ganze Schaufel aus teurerem spezifisch leichterem Werkstoff hergestellt sein muss.

Eine ganz besonders gute Wirkung lässt sich mit der Erfindung dadurch erreichen, dass die Blatteile geringeren spezifischen Gewichts in den radial zur Laufradachse äusseren Partien des Schaufelblattes und die Blatteile grösseren spezifischen Gewichts in den radial zur Laufradachse inneren Partien des Schaufelblattes raummässig vorherrschen.

Da nämlich die auf die Masseneinheit bezogene Fliehkraft bei einer bestimmten Umdrehungszahl des Turbinenlaufrades

proportional zum Abstand von der Drehachse ist, ergibt diese Massnahme den Vorteil, dass vor allem die für die Beanspruchung am Schaufelfuss besonders in Betracht fallenden Fliehkräfte der weit aussen liegenden Teile der Schaufel vermindert werden. Der teure leichte Baustoff wird somit an jenen Stellen verwendet, an denen sich mit seiner Verwendung eine besonders starke Verminderung der Fliehkraft erzielen lässt, während im innern Bereich der billigere Baustoff beibehalten wird.

Während als Baustoff mit grösserem spezifischen Gewicht insbesondere Stahl bzw. eine Stahllegierung in Frage kommt, wird als Baustoff mit geringerem spezifischen Gewicht vorzugsweise Titan oder eine Titanlegierung verwendet (beispielsweise eine Legierung von Titan mit 5,5 - 7,0 % Aluminium, 3,5 - 4,5 % Vanadium, max. 0,08 % Kohlenstoff, max. 0,05 % Eisen, max. 0,07 % Stickstoff, max. 0,013 % Wasserstoff, max. 0,20 % Sauerstoff). Wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen Tropfenschlagerosion erweist sich die Verwendung dieses Baustoffes besonders günstig für Dampfturbinenstufen, die im Nassdampfgebiet arbeiten, bei welchen die Schaufeln, vor allem im äusseren Bereich, durch Tropfenschlag gefährdet sind. Für die Blatteile geringeren spezifischen Gewichts können aber auch andere Baustoffe mit geringerem spezifischen Gewicht als Stahl verwendet werden, wie z.B. Aluminium oder Magnesium und deren Legierungen.

BAD ORIGINAL

909885/0107

In der Zeichnung an Hand welcher die Erfindung näher erläutert wird, sind Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes vereinfacht dargestellt. Dabei zeigt

Fig. 1 eine Ansicht einer Dampfturbinenlaufschaufel, gesehen in Umfangsrichtung des Laufrades,

Fig. 2 einen Schnitt nach der Linie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Ansicht einer weiteren Laufschaufel, gesehen in Umfangsrichtung des Laufrades,

Fig. 4 einen Schnitt nach der Linie IV-IV in Fig. 3,

Fig. 5 einen Schnitt nach der Linie V-V in Fig. 3,

Fig. 6 - 10 Ausführungsbeispiele der Verbindung zwischen zwei Blatteilen einer Laufschaufel,

Fig. 11 eine Ansicht einer weiteren Laufschaufel, gesehen in Umfangsrichtung des Laufrades,

Fig. 12 einen Schnitt nach der Linie XII-XII in Fig. 11,

Fig. 13 und 14 Ansichten anderer Laufschaufeln,

Fig. 15 einen Schnitt nach der Linie XV-XV in Fig. 14,

Fig. 16 Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels, wieder gesehen in Umfangsrichtung des Laufrades,

Fig. 17 einen Schnitt nach der Linie XVII-XVII in Fig. 16,

Fig. 18 Ansicht einer weiteren Laufschaufel, gesehen in Umfangsrichtung des Laufrades und

Fig. 19 einen Schnitt nach der Linie XIX-XIX in Fig. 18.

Die in Fig. 1 und 2 gezeigte Laufschaufel besitzt ein

Schaufelblatt 1 und einen nur teilweise gezeigten Schaufelfuss 2. Das Schaufelblatt 1 weist zwei im wesentlichen in Richtung der Blattfläche aneinandergereihte Blatteile 3 und 4 auf, die voneinander verschiedenes spezifisches Gewicht haben. Das radial zur Laufradachse äussere Blatteil 4 ist aus einem Werkstoff geringeren spezifischen Gewichts als das radial zur Laufradachse innere Blatteil 3, d.h. das Blatteil 4 ist aus einer Titanlegierung hergestellt, während das Blatteil 3 und auch der Schaufelfuss 2 aus einer Stahllegierung besteht. Die beiden Blatteile 3 und 4 sind durch Hartlötungen miteinander verbunden, Verbindungsflächen 5 bzw. 6 der aneinandergereihten Blatteile 3 und 4 verlaufen geneigt zur Blattfläche, damit eine möglichst grosse Fläche für die Hartlötung entsteht. Ausserdem sind an der Verbindungsstelle die äusseren Enden 7 und 8 der Blatteile 3 und 4 etwas verstärkt, d.h. sie stehen etwas über das Strömungsprofil der Schaufel vor.

Bei der in Fig. 3 bis 5 dargestellten Laufschaufel besteht das Schaufelblatt 1 wieder aus einem radial äusseren Blatteil 4 und einem radial inneren Blatteil 3. Die Verbindungsflächen 5 und 6 verlaufen senkrecht zur Schaufellängsrichtung und sind durch einen Schweisssvorgang miteinander verbunden. Im Bereich der Schweissverbindung ist das Profil des Schaufelblattes gegenüber dem Strömungsprofil der Schaufel wieder etwas

verdickt, d.h. mit umlaufenden Wulsten 9, 10 versehen, damit sich eine grössere Verbindungsfläche ergibt.

Bei der in Fig. 6 gezeigten Verbindung (Hartlötung oder Schweissverbindung) verläuft die Verbindungslinie 11 der aneinandergereihten Blatteile 3 und 4 wellenförmig längs der Blattfläche hin und her. Teile der Verbindungslinie 11 haben dabei eine im wesentlichen in Längsrichtung der Schaufel verlaufende Richtung, d.h. eine in Längsrichtung der Schaufel verlaufende Richtungskomponente.

Bei der in Fig. 7 und 8 dargestellten mechanischen Verbindung der Blatteile 3 und 4 greifen riegel- und hammerartige Elemente 12^1 und 12^2 des Blatteils 3 in entsprechende Aussparungen des Blatteils 4 ein, wobei die durch die Verbindungslinie 11 bestimmten Verbindungsflächen 5 und 6 in Umfangsrichtung des Laufrades verlaufen.

Bei der in Fig. 9 und 10 dargestellten Ausführungsform haben die Verbindungspartien 13 und 14 der Blatteile 3 und 4 wieder einen Querschnitt der grösser als das Profil des Schaufelblattes ist. Dabei sind die Verbindungspartien 13, 14 zweier in Umfangsrichtung des Laufrades benachbarter Schaufeln soweit vergrössert, dass sie einander berühren und als Dämpfungselemente gegen Schaufelschwingungen dienen können. Die Blatteile 3 und 4 sind dabei mechanisch mittels einer Schwalbenschwanzverbindung miteinander verbunden, deren

Schwalbenschwänze 15 und Nuten 16 in Umfangsrichtung des Laufrades und über die ganze Länge der Verbindungselemente 13 bzw. 14 verlaufen. Statt durch die gezeigten Schwalbenschwänze und Nuten 15, 16 könnten die Verbindungselemente 13 und 14 gewünschtenfalls auch durch in Achsrichtung des Laufrades oder in Richtung des Strömungsprofils der Laufschaufel verlaufende Schwalbenschwänze und Nuten miteinander verbunden sein.

Bei der Laufschaufel nach Fig. 11 und 12 reicht das mit dem Schauffelfuss 2 aus einem Stück bestehende Blatteil 3 über die ganze Längsrichtung der Schaufel. Es ist indessen an seinem radial zum Laufrad äusseren Ende stark verjüngt und trägt in Strömungsrichtung zu- und abströmseitig Blatteile 4^1 und 4^2 , die aus Material geringeren spezifischen Gewichts als das Blatteil 3 bestehen. Die Blatteile 4^1 , 3, 4^2 bilden im radial äusseren Teil des Schaufelblattes miteinander das Schaufelprofil, wie besonders aus Fig. 12 ersichtlich ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 reicht das radial innere Blatteil 3 nicht bis ans äussere Schaufelende, sondern die Blatteile 4^1 und 4^2 vereinigen sich dort in der radial äusseren Blattpartie 4^3 . Wie die Verbindungslinie 11^1 und 11^2 nach Fig. 11, verläuft auch die Verbindungslinie 11 der Schaufel nach Fig. 13 mit stark in Längsrichtung der Schaufel verlaufender Komponente, wodurch eine sehr langgezogene und damit grosse Fläche für die Löt- oder Schweissverbindung entsteht.

Besonders grosse Verbindungsflächen der Blatteile 3 und 4^1 bzw. 4^2 weist die in Fig. 14 und 15 dargestellte Laufschaufel auf. Sowohl der Blatteil 3 als auch der Blatteil 4^1 und 4^2 erstrecken sich über die ganze Längsrichtung der Schaufel. Um die Beanspruchung der Schaufel, insbesondere des Schaufelfusses durch die Fliehkräfte möglichst klein zu halten, herrschen die Blatteile 4^1 , 4^2 geringeren spezifischen Gewichts in den radial zur Laufradachse äusseren Partien des Schaufelblattes, der Blatteil 3 grösseren spezifischen Gewichts aber in den radial zur Laufradachse inneren Partien des Schaufelblattes raummässig vor.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 16 und 17 ist der radial innere Blatteil 3 mit einer Feder, 17 versehen, die sich in Längsrichtung der Schaufel erstreckt und in eine Nut 18 des Blatteils 4 passend eingreift. Damit ergibt sich eine sehr grosse Verbindungsfläche für die Hartlötung.

Die in Fig. 18 und 19 dargestellte Schaufel hat ein aus zwei in Richtung der Blattfläche aneinandergereihten Blatteilen 3 und 4 bestehendes Schaufelblatt. Beide Blatteile erstrecken sich über die gesamte Längsrichtung der Schaufel und sind längs einer geradlinig die ganze Länge des Schaufelblattes durchlaufenden Verbindungslinie 11 miteinander verbunden. Der Schaufelfuss 2 und der Blatteil 3 bestehen aus einem Werkstoff grösseren spezifischen Gewichts, nämlich Stahl.

während der Blatteil 4 aus einem Werkstoff leichteren spezifischen Gewichts, nämlich Titan oder einer Titanlegierung hergestellt ist.

Als mechanische Verbindungen zwischen den in Richtung der Blattfläche aneinandergereihten Blatteilen sind in den Ausführungsbeispielen eine Schwalbenschwanzverbindung (Fig. 9 und 10) und eine Riegel- und Hammerkopfverbindung (Fig. 7 und 8) gezeigt. Die Blatteile können aber auch durch eine Nietverbindung miteinander verbunden werden, die beispielsweise anstelle der Lötverbindung die in Fig. 1 und 2 oder die in Fig. 16 gezeigten Blatteile 3 und 4 verbinden könnte.

Bei besonders langen Schaufeln kann es vorteilhaft sein, drei- oder mehrererlei Blatteile voneinander verschiedenen spezifischen Gewichts zu verwenden. Diese Blatteile werden vorteilhafterweise so aneinandergereiht, dass die radial zur Laufradachse zu Mäusserst liegenden Blattpartien das geringste spezifische Gewicht und die radial weiter innen liegenden Blattpartien von Teil zu Teil fortschreitend grösseres spezifisches Gewicht aufweisen.

P a t e n t a n s p r ü c h e

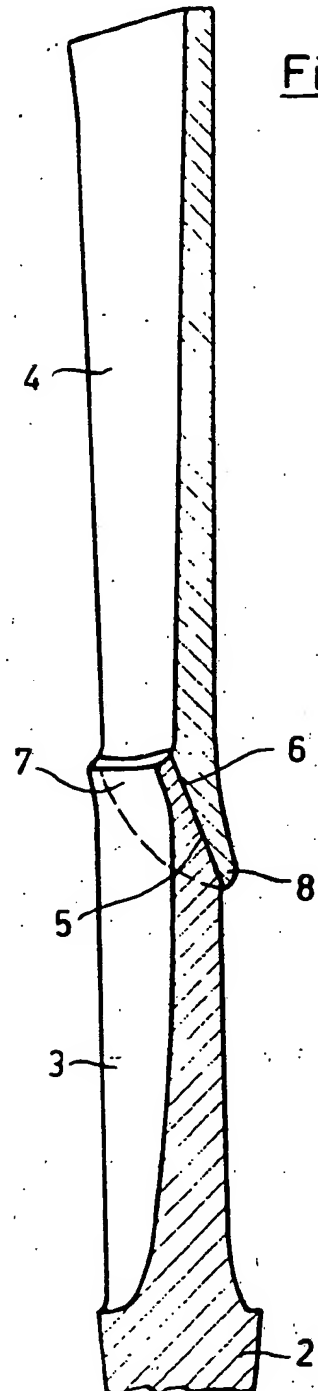
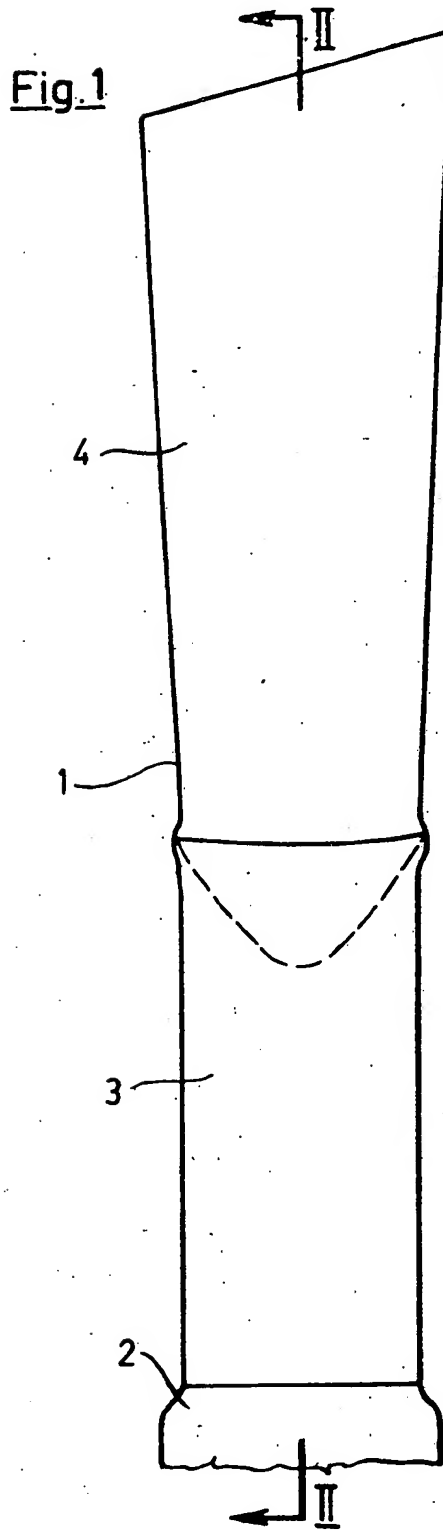
1. Laufschaufel verhältnismässig grosser Länge, für Dampf- oder Gasturbine, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (1) mindestens zwei im wesentlichen in Richtung der Blattfläche aneinandergereihte Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) aufweist, die voneinander verschiedenes spezifisches Gewicht haben.
2. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aneinandergereihten Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) aus metallischem Werkstoff bestehen.
3. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blatteile (4, 4¹, 4²) geringeren spezifischen Gewichts in den radial zur Laufradachse äusseren Partien des Schaufelblattes, und die Blatteile (3) grösseren spezifischen Gewichts in den radial zur Laufradachse inneren Partien des Schaufelblattes (1) raumässig vorherrschen.
4. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaufelblatt (1) ein radial zur Laufradachse äusseres Blatteil (4) geringeren spezifischen Gewichts und ein radial zur Laufradachse inneres Blatteil (3) grösseren spezifischen Gewichts aufweist.
5. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) durch Löten oder Schweiessen miteinander verbunden sind.

6. Laufschaufel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) durch Elektronenstrahl-Schweissung miteinander verbunden sind.
7. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsflächen der aneinandergereihten Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) geneigt zur Blattfläche verlaufen.
8. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Richtung zumindest eines Teils der Verbindungslinie der aneinandergereihten Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) eine in Längsrichtung der Schaufel verlaufende Komponente aufweist.
9. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Blatteile (3, 4, 4¹, 4²) durch eine mechanische Verbindung nach Art einer Schwalbenschwanzverbindung, Nietverbindung oder dergleichen miteinander verbunden sind.
10. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungspartie der Blatteile (3, 4) miteinander einen Querschnitt hat, der grösser als der Querschnitt des Schaufelprofils ist.
11. Laufschaufel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungspartien (13, 14) zweier benachbarten Schaufeln einander berühren und als Dämpfungselemente gegen Schaufelschwingungen ausgebildet sind.
12. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Blatteil (3) grösseren spezifischen Gewichts aus Stahl

oder einer Stahllegierung, der Blatteil (4 , 4^1 , 4^2) geringeren spezifischen Gewichts aus Titan oder einer Titanlegierung hergestellt ist.

13. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Blatteil (3) grösseren spezifischen Gewichts mit dem Schaufelfuss (2) aus einem Stück besteht.
14. Laufschaufel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Breite des Schaufelprofils gemessen in Acherichtung des Laufrads im radial zur Laufradachse äusseren Teil des Schaufelblattes (1) grösser ist als im radial inneren Teil des Schaufelblattes.

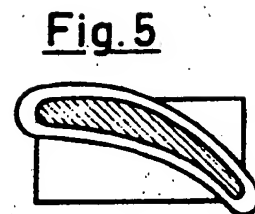
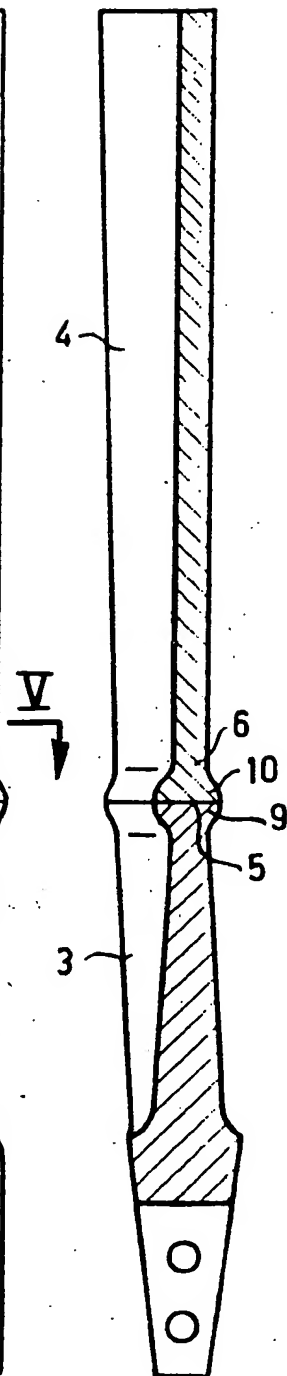
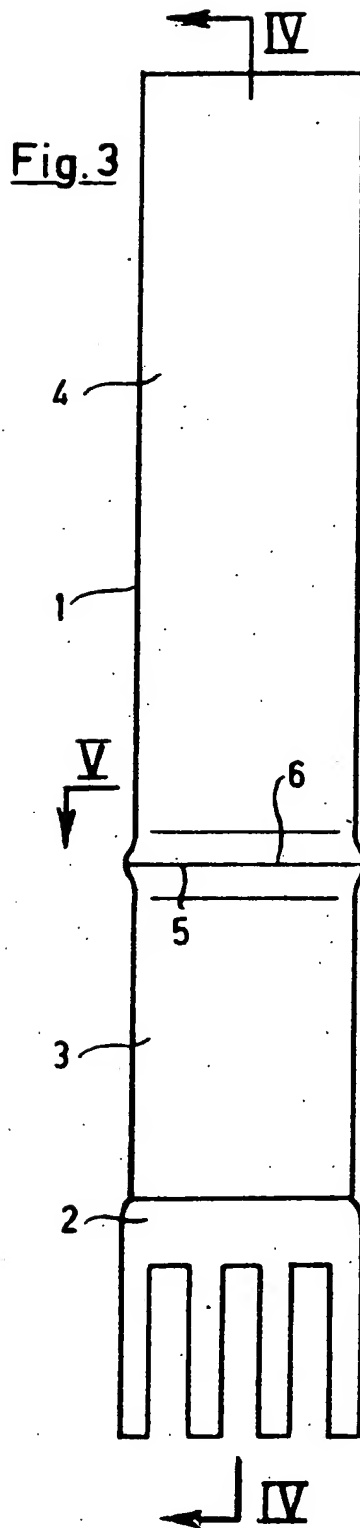
¹³
Leerseite



909885/0107

D49 Z.Nr. 5 470834 6 Bl. Bl.1

ORIGINAL INSPECTED



909885/0107

Fig.6

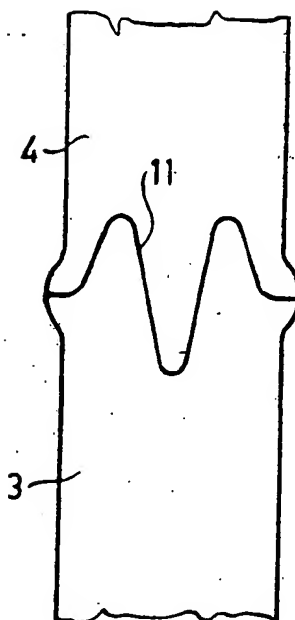


Fig.7

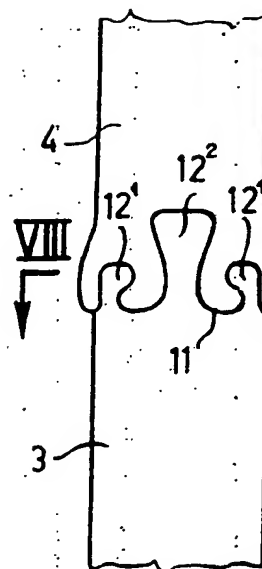


Fig.8

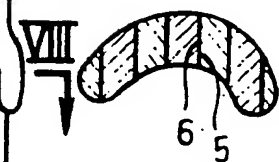


Fig.9

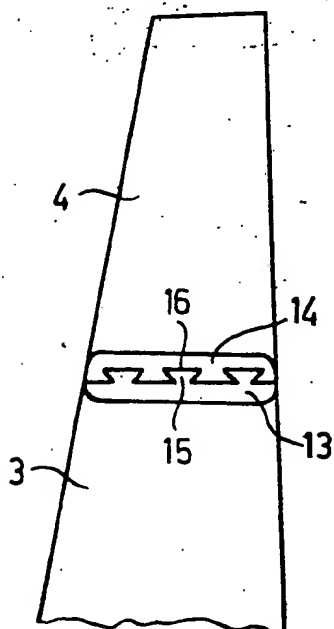
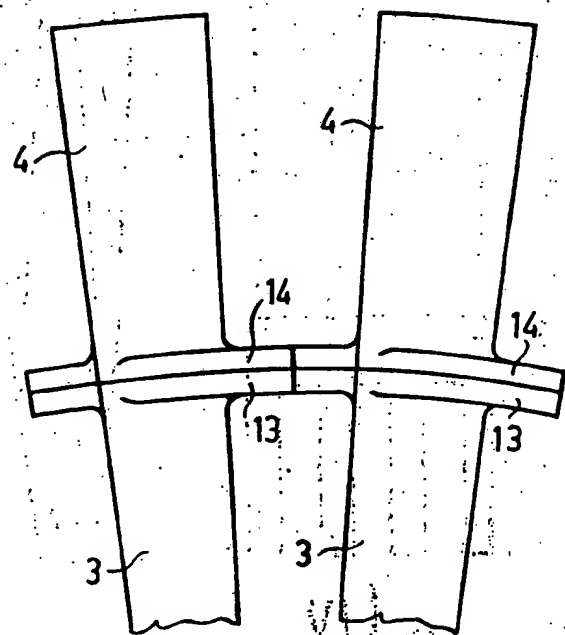


Fig.10



909885/0107

Fig. 11

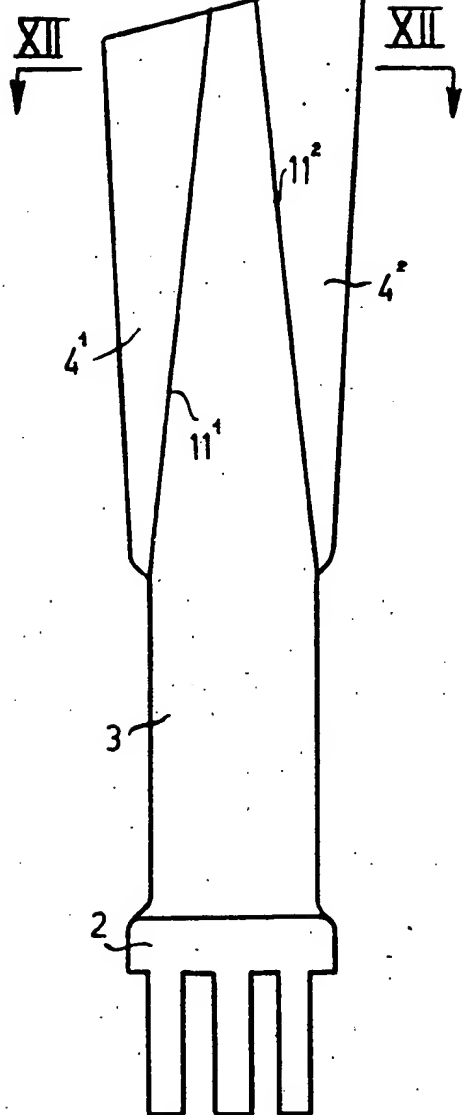


Fig. 13

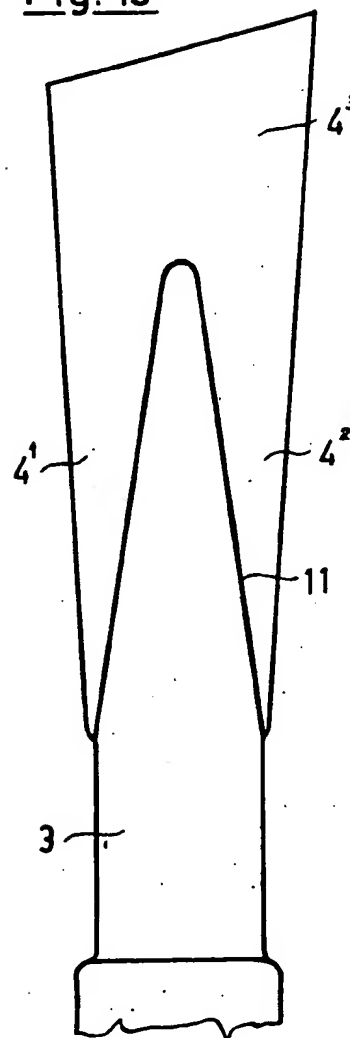
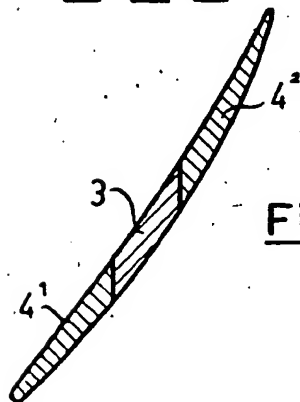


Fig. 12



909885/0107

ORIGINAL INSPECTED

Fig. 14

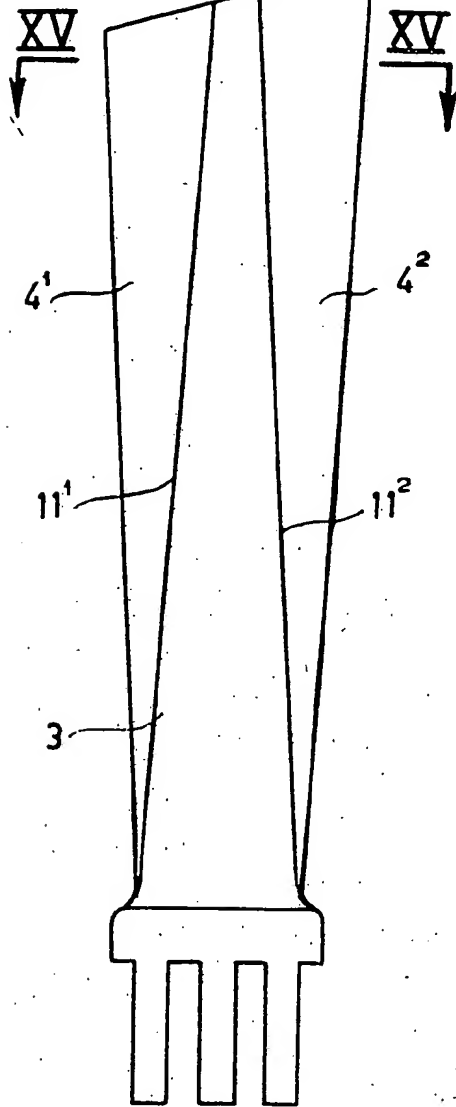


Fig. 16

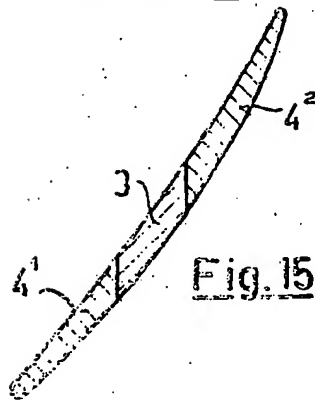
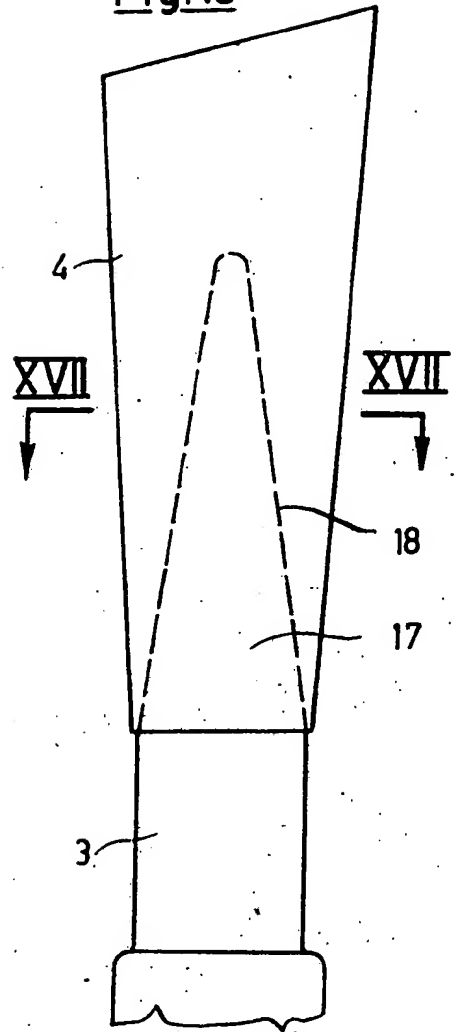


Fig. 15

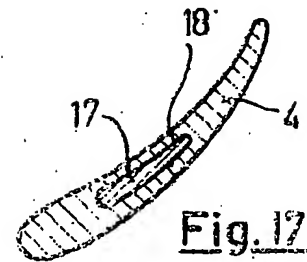


Fig. 17

04988540107

ORIGINAL INSPECTED

Fig 18

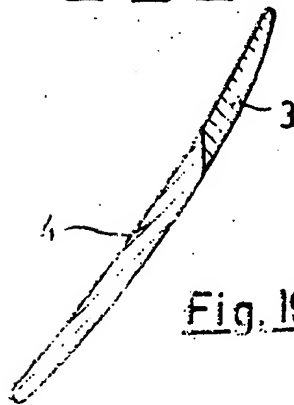
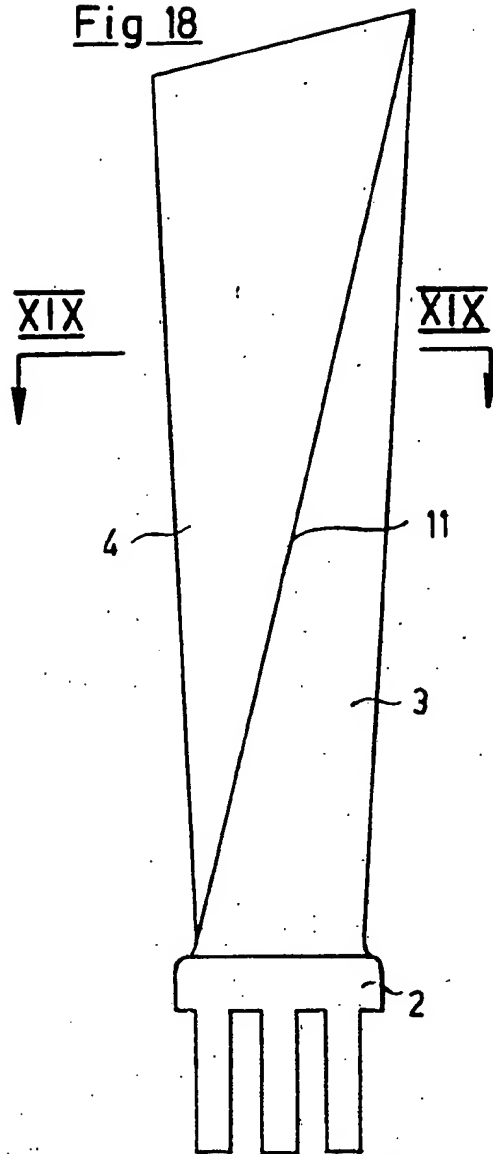


Fig. 19

10068570107

ORIGINAL INSPECTED

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.